



### **Science Arts & Métiers (SAM)**

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>  
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/11622>

#### **To cite this version :**

Hocine ABIB, Alain IOST, Khadidja RAHMOUN, Boubakeur AYACHI, Jean-Pierre VILCOT, Alex MONTAGNE - Etude par nanoindentation des proprietes mecaniques du multicouche constituant une cellule solaire a base de cigs - 2016

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : [scienceouverte@ensam.eu](mailto:scienceouverte@ensam.eu)



## ETUDE PAR NANOINDENTATION DES PROPRIETES MECANIQUES DU MULTICOUCHE CONSTITUANT UNE CELLULE SOLAIRE A BASE DE CIGS

H. Y. Abib<sup>1,2</sup>, A. Iost<sup>3</sup>, A. Montagne<sup>3</sup>, K. Rahmoun<sup>1</sup>, B. Ayachi<sup>2</sup> et J-P. Vilcot<sup>2</sup>

*1 : Unité de recherche matériaux et énergies renouvelables URMER, Université Abou Bakr Belkaid, BP 119, Tlemcen 13000, Algérie*

*2 : Institut d'électronique, de microélectronique de nano technologie IEMN, UMR 8520 – Avenue Poincaré - CS 60069 59652 Villeneuve d'Ascq cedex, France*

*3 : Mechanics, Surfaces and Materials Processing - MSMP, Arts et Métiers ParisTech — Lille Campus, 8, Boulevard Louis XIV, 59046 Lille, France*

### Mots clés

Cellule solaire à base de CIGS, Nanoindentation, Modèle multicouche, Dureté, Module de Young

### INTRODUCTION

Le but de notre travail est d'évaluer les propriétés mécaniques des différentes couches constituant une cellule solaire à base de CIGS afin d'en appréhender, à terme, leur influence sur la durée de vie de la cellule. Nous rapportons principalement les valeurs de la dureté et le module de Young obtenues par des mesures de nanoindentation.

### MATERIAUX

La cellule solaire à base de CIGS est constituée d'un empilement de plusieurs matériaux en couches minces déposés successivement sur un substrat en verre sodocalcique (Soda-Lime-Glass, SLG), à savoir le contact arrière en Mo (Molybdène), la couche absorbante en CIGS (Cuivre, Indium, Gallium, sélénium), la couche tampon en CdS (sulfure de cadmium), et les couches ZnO (d'oxyde de zinc), AZO (ZnO dopé aluminium) qui représentent la couche fenêtre.

La technique de dépôt utilisée ici est essentiellement la pulvérisation cathodique magnétron qui a été employée pour l'ensemble des couches, sauf pour la couche de CdS déposée au moyen du procédé de dépôt en bain chimique.

### NANOINDENTATION

La nano indentation est une méthode bien connue pour la caractérisation mécanique des matériaux, et elle porte un intérêt considérable dans le domaine des couches minces. Les essais ont été effectués en utilisant le mode de mesure CSM (Continuous Stiffness Measurement) [1] du nanoindenteur. Il permet une caractérisation continue de H et E pendant le processus de retrait de l'outil de nanoindentation. La dureté (H) et le module de Young (E) des différentes couches constituant une cellule solaire à base de CIGS ont été obtenus en utilisant le modèle Jönsson et Hogmark généralisé à des films multicouches [2, 3]. Pour cela et pour la première fois, ce modèle a été étendu à la détermination de E.

L'évolution de H et E en fonction de la profondeur de pénétration est reportée pour les différentes couches.

## CONCLUSION

Le modèle Jönsson et Hogmark généralisé à des films multicouches et reporté par Rahmoun et al. [2] a permis d'extraire avec succès la valeur de H de chacune des couches constituant la cellule solaire à base de CIGS. Pour la première fois, ce modèle a été étendu à la détermination de E, permettant ainsi la caractérisation des propriétés mécaniques de l'ensemble des films constituant la cellule.

## Références

- [1] W.C. Oliver et G. M. Pharr, *Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation*, Journal of Materials Research, **19** (2004), pages 3-20, 2004
- [2] K. Rahmoun, A. Iost, V. Keryvin, G. Guillemot et N.E. Chabane Sari, *A multilayer model for describing hardness variations of aged porous silicon low-dielectric-constant thin films*, Thin Solid Films, **518** (2009), pages 213-221, 2009
- [3] S. Puchi-Cabrera, M.H. Staia et A. Iost, *Modeling the composite hardness of multilayer coated systems*, Thin Solid Films, **578** (2015), pages 53-62, 2015